

様式8の1の2 別紙2

論文審査の結果の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏 名 LIM YI HENG

(1,500字程度とし、1行43文字で記入)

本論文の題目は、「Development of multi-functional optical coherence tomography (多機能光コヒーレンストモグラフィの開発)」である。光コヒーレンストモグラフィ (OCT) は、干渉を利用して測定試料の内部断層構造を可視化するものである。ここでは、スペクトルドメイン OCT (SD-OCT) という広帯域光源と分光器からなる構成を採用することで、機械的な操作することなく断層構造の計測が可能であることを示している。一般にOCTの分解能は、光源の中心波長とその波長帯域によって決められている。本研究では、スーパーコンティニウム光源により広帯域なスペクトルドメインOCTを構築し分解能の向上を実現した。さらに、機能性3次元断層イメージングとしてドップラー、偏光および分光パラメータの計測ができる新しい光学系を提案し、実際のこれらの3つパラメータの3次元断層を定量的に捉えることに成功した。

本論文は、全7章で構成されており、第1章において研究背景と動機や意義を明らかにした上で、第2章において本研究の目的について述べ、第3章では、原理としてフーリエドメイン光コヒーレンストモグラフィ法とその感度、解像度やキャリブレーション法について提案した上で、第4章で、機能性3次元断層イメージングの原理としてドップラー、偏光および分光という3つのパラメータの計測法を提案し、さらに第5章において、実際にスーパーコンティニウム光源を用いた広帯域なスペクトルドメインOCTに実験装置の構築について、第6章では偏光感受型OCTとドップラーOCTを組み合わせした多機能波長掃引型OCTによる3次元断層イメージング計測の実験と検証した上で、第7章では、本研究で得られた成果を総括し、今後の展望や課題をまとめている。

本研究で得られた主な成果は以下のように要約される

- 1) スーパーコンティニウム光源により広帯域なスペクトルドメインOCTによって断層方向の分解能が $1.9\mu\text{m}$ と超高解像度を示した上で、実際に指の汗腺を高分解能を可能とした。
- 2) 偏光感受型OCTとドップラーOCTを組み合わせした多機能波長掃引型OCTの開発した。多機能波長掃引型OCTを使うことによって、一般のOCTの分解能では計れない偏光や流れなどサンプル内の性質を可視化を実験法に示した。偏光感受型OCTを用いた眼底イメージングにおいて繊維状組織の識別し、組織内の異常性の特定ができた。ドップラーOCTはドップラー効果を利用してサンプルにある動的な散乱体の信号を強調させ、血流の計測をして網膜の脈管構造の可視化できた。また、多機能波長掃引型OCTを使うことによって、組織の内部構造を可視化する上、組織内の複屈折と血流を同時計測を実験的に示した。

本論文については、2016年2月2日午後3時より宇都宮大学オプティクス教育研究センター4階コラボレーションルームにて審査委員および関連分野の学内外の研究者が出席して公聴会が開催された。論文発表の後、質疑応答が交わされたが、特に問題はないことが確認された。公聴会終了後ただちに学位審査委員会を開催し、本論文の内容について詳細に検討した。その結果、生体計測分野において重要な課題である3次元断層計測に関して、ドップラー、分光及び偏光の断層計測を可能とする多機能光コヒーレンストモグラフィという新たな計測方法を提案し、検証している点でバイオイメーキングおよび光計測分野に大きな貢献を期待できると共に、研究内容の学術的水準と独創性においてもきわめて優れていると判断した。

よって、本論文は、博士（工学）の学位論文に値するもの認める。